

Ⅲ 理数教育の推進

第4章 理科における深い学びを目指した授業づくり [小学校理科]

1 基本的な考え方

(1) 理科における深い学びを目指して

平成28年12月21日に中央教育審議会が提出した「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について（答申）（中教審第197号）」には、「『主体的・対話的で深い学び』の実現」における「『深い学び』の視点」について次のように記載されている。「理科においては、自然の事物・現象について『理科の見方・考え方』を働かせて、探究の過程を通して学ぶことにより、資質・能力を獲得するとともに、『見方・考え方』も豊かで確かなものになると考えられる。さらに、次の学習や日常生活などにおける問題発見・解決の場面において、獲得した資質・能力に支えられた『見方・考え方』を働かせることによって『深い学び』につながっていくものと考えられる。」つまり、探究の過程（資料1参照）を通して学ぶことによる資質・能力の獲得と、次の学習等の問題発見・解決の場において、獲得した資質・能力を生かすことが大切であるということである。探究の過程を充実することは、『主体的な学び』の視点においても重視されており、理科における学習・指導の改善充実のために不可欠であると考えられる。観察・実験などの学習の過程をどのように授業で展開していくか、探究の過程をいかに充実させるかが、深い学びにつながる鍵となる。

小学校理科においては、現行の学習指導要領や中央教育審議会の答申に示されるように、「問題解決の能力」を育成する学習過程の充実が望まれている（図1）。児童が自然の事物・現象に親しむ中で興味・関心をもち、そこから問題を見だし、予想や仮説の基に観察、実験などを行い、結果を整理し、相互に話し合う中から結論として科学的な見方や考え方をもつようになる過程が問題解決の過程である。小学校第6学年では、現学習指導要領解説には「自然の事物・現象についての要因や規則性、関係を推論しながら調べること」と示されている。

本研究では、教員が単元を見通して、探究の過程における仮説を立てたり、考察したりする学習過程を中心に、観察・実験の内容に適した学習過程を充実させることが深い学びにつながり、問題解決の能力が育成されると考え、アクティブ・ラーニングの視点からの授業づくりに取り組んだ。

(2) 研究のねらい

単元を見通して、探究の過程における重点を置く学習過程を明確にして観察・実験を行うことで、児童の深い学びにつなげることができる、との仮説を立てた。「探究の過程における重点」とは、「仮説の設定」や「考察・推論」等の探究の過程における学習過程のうち、児童の深い学びを充実させるために、対話的に意見交換や議論をして思考する時間を取ったり、ICTを活用

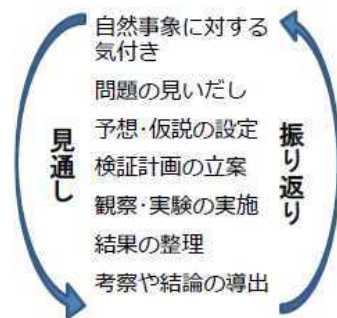


図1 資質・能力の育成のために重視すべき学習過程の例（小学校理科）

してまとめたり発表したりする活動を充実させたりして、教員がねらいをもって授業を行う学習過程のことである。探究の過程における重点を置く学習過程を明確にする授業づくりについて検討する。また、児童が行う観察・実験は、児童の学びが単元のねらいに到達するために、どのような教材・教具をどのように活用するのが効果的であるかという点についても検討する。

(3) 研究方法

ア 研究期間

平成28年5月～12月

イ 研究対象

実施校：大和郡山市立郡山北小学校

対象児童：第6学年1組～3組児童80名

授業を担当する指定研究員は教員歴7年であり、現在第6学年のークラスを担当するとともに、理科、社会、体育において教科担任制が実施されているため、他の2クラスの理科の授業も担当している。理科の授業における児童の様子としては、おとなしく、発表が少ない印象であった。

ウ 研究内容

本研究は、探究の過程における重点を置く学習過程を明確にする授業づくりを行うことで、児童の学びが深まるように取り組んだ。児童が仮説を立てたり考察したりする学習過程において、対話的学びを充実させる授業実践等を進めながら、質問紙調査（資料2参照）を5月、7月、11月に実施し、児童の深い学びの変容について検証を行った。第5章の数学の質問紙調査とできる限り共通の調査項目を用いるという観点から、調査項目は、重松、嶋田（2000）において開発された「数学の学習に関する意識調査」を参考にするとともに、全国学力・学習状況調査の児童生徒質問紙調査から教科に関わる項目等を追加して作成した。質問紙調査の回答については「とてもそう思う」、「どちらかといえばそう思う」、「どちらかといえばそう思わない」、「まったく思わない」の中から一つ選ぶ4件法を採用した。また、上述の順に4、3、2、1点と点数化し、統計的な処理を行った。さらに、授業実践を行った各授業の最後に振り返りカード（資料3参照）を記入させ、その内容から児童の学びの変容を見取った。

2 アクティブ・ラーニングの視点からの授業実践

(1) 実践前の授業づくりと児童の実態

日頃の様子や、質問紙調査の「理科は、観察や実験が好きだ」という項目において、第1回目の平均値が4点満点で3.7となっていることから、児童は観察・実験が好きであると考えられる。また、授業中も落ち着いて教員の話をしっかり聞くこともできている。このような児童に対して、児童の驚きや感動を「調べたい!」という気持ちにまで高めることができていないのではないかと、教科書に載っているまとめをきちんと押さえることに重点を置いてしまい、知識を教員が教えてしまう授業になっているのではないかと、研究員自身の懸念している点であった。研究員にとって、時間的制約等から、児童による実験よりもどちらかといえば教員による演示実験を行って授業を行うことが多い傾向にあったため、アクティブ・ラーニングの視点からの授業づくりを通して、児童の観察・実験を上手に組み込める授業を目指していた。全体的に実験は好きで、理科の学習が好きではある児童は多いと思われるが、「理科は嫌い」「実験は楽しいがテストの点がよくない」「実験室が好きではない」という児童もおり、児童の実感を伴った理解、深い学びにつなげる授業づくりが必要であると考えた。

(2) 実践の内容

単元を見通して、探究の過程における重点を置く児童の学習過程を明確にした授業づくりを行った。実践事例①～③については本時の展開を示した指導案を作成して実践を行った。また、実践事例④～⑥については、実践①～③に取り組む中で、「アクティブ・ラーニングシート」（資料4参照）^(註)を用いて授業づくりを行った。週3時間ある第6学年の理科の授業は、1時間と2時間連続の2回の授業に分かれており、2時間連続の授業は観察・実験を行いやすい。授業回数ごとに1枚のシートを用いて、単元を見通して、どの観察・実験を行うことが深い学びに効果的であるか、観察・

実験をどのように行うか（児童が行う、または教員の演示）、重点を置く学習過程を考えて授業づくりを行い実践した（表1）。

以下、実践順に事例を記す。

表1 実践の内容

| 単元名 | 実施時期 | 重点を置く学習過程 |
|--------------|------|-------------|
| 消化・吸収 | 5月 | 仮説の設定 |
| 血液循環 | 6月 | 検証計画の立案 |
| でんぷんのでき方 | 6月 | 考察・推論 |
| 金属を変化させる水溶液 | 9月 | 仮説の設定 |
| 月の位置や形と太陽の位置 | 10月 | 観察・実験の実施、考察 |
| 地層のでき方と化石 | 11月 | 仮説の設定 |

ア 実践事例①「だ液による食べ物の変化」の実験（5月）

(7) 探究の過程における重点 「仮説の設定」

ここでは、2枚のろ紙の一方にだ液を、もう一方のろ紙には水を染みこませて、それぞれのろ紙にうすいでんぷんの液を少しつけて約40℃の湯で温め、ヨウ素デンプン反応を行う実験を行った。色が変わるろ紙にはでんぷんが残っており、色が変わらないろ紙にはでんぷんがない。つまり、色の変化のない方がでんぷんが変化したことを示すため、児童にとって理解しづらいのではないかと考えていた。それゆえ、仮説をしっかりと考えさせる過程に重点を置き、各実験グループで考えさせる時間を、納得する話合いができた様子が見られるまでの5分程度ではあったが十分に取った。「だ液はでんぷんを変化させるだろうか」という問題に、「変化する」と「変化しない」を、その理由とともに仮説を立てさせた。

(イ) 授業の様子と考察

a 思考の深まり

授業の導入で、「でんぷんが変化したらヨウ素液の色はどのようになると思う？」との教員の問いかけに、予想通り「青紫！」と即答していた児童が何人もいたが、話合いの中で、「でんぷんがなくなった。」「青紫に変わらない。」との意見に変化していった。教員がこの授業の少し前に、「でんぷんが分解された」という言葉を用いて表現したことがあったことや、すでに見聞きして分解について知っている児童が多いことから、仮説に「分解」の言葉を用いている児童も多かった。

b 授業の改善点

グループで仮説を考えさせる際、自分で考える時間をあまり取らなかったため、発言しづらい児童がいた。一人で考える時間を設定する必要性を感じた。また、仮説を発表させる際、グループの意見としてまとめたものを発表させるまでに至っておらず、理科を得意とする児童が自分の意見を発表するような形になってしまったため、対話的に学ぶ利点を生かした発表形態を工夫す

ることが必要であると考えた。この実験結果からは、考察できない内容を仮説として発表した児童に対しての発問をうまく展開することができず、児童の知識をどのように生かすかが課題であると感じた。

イ 実践事例②「心臓と血液のはたらき」の実験（6月）

(7) 探究の過程における重点 「検証計画の立案」

授業のはじめに、脈拍と心臓の拍動を測定し、脈拍が心臓の拍動と関係があることを見いださせた。測定方法は聴診器、タブレットPCの脈拍測定ソフト、自分で手首を押さえて測る3種類を用いることができたようにした。その後、「脈拍に変化があるのはどんなときか」という発問を行い、子どもたちに仮説を考えさせ、その検証計画をグループで相談して考えさせる過程に重点を置いた。それが単元のねらいにある、心臓の動きと血液の流れとを関係付けながらとらえることになり、深い学びにつながると考えたからである。

(イ) 授業の様子と考察

a 思考の深まり

児童は脈拍の変化があるのは、運動したとき、笑ったとき、緊張したとき等、様々な場面を想定した。その仮説のもと、運動する前後の脈拍をタブレットPCで調べる、運動は何分間走る、といった様子で各班が様々な計画し、行うことができた。仮説通りになるかどうかを調べるために、笑ってみながら脈拍を測定したり、必死に走った後の脈拍を測定している児童の積極的な活動から、検証計画の立案は主体的な学びにつながると感じた。



図2 聴診器による測定の様子

b 授業の改善点

測定データがうまくそろわず、なかなか十分な考察とならなかった班があった。また、各班の実験結果を交流する時間を取ることができなかった。各々で実験を計画したときは、もう少し時間設定を工夫して、互いのデータの交流を図ることが必要であると分かった。

ウ 実践事例③「日光と葉のでんぷん」の実験（6月）

(7) 探究の過程における重点

「考察・推論」

この実験では、3枚の葉についての実験結果を得る。前日から一晚覆いをした葉を3枚準備し、一つ目はそのまま、二つ目は覆いを外してその後5時間程度日光を当てた葉、三つ目は覆いをしたままその後5時間程度日光を当てた葉である。これらの結果から、日光が当たった葉にはでんぷんができること、さらに、もともと葉にでんぷんがあったのではなく、光が当たることででんぷんができたことまで見いださせる。今回の授業の展開を示したのが図3である。

考察を充実させるために、一人で考える時間、その後グループで考えたことを交流してグループの考えをまとめる時間、最後にクラス全体で考察を発表する時間を確保した。クラス全体で発表する際には、発表を得意とする児童だけが担当することのないように、誰が発表する立場になってもよいように共通認識を図るようにした。また、クラス全体が実験結果を一目で把握できるように、あらかじめ準備したシートに実験で用いた葉を置いた写真を教員が撮って大型テレビで映した。ICTを活用することで、結果を共有して理解する時間の短縮を図った。

(イ) 授業の様子と考察

a 思考の深まり

思った通りの結果が出なかった場合に、得られた結果から分かることについて考察できるようになっていた。日光を当てなかった葉もヨウ素溶液が青紫色に変化してしまい、比べることができなかったグループがあった。そこで「日光が当たるか当たらないかででんぷんができるかどうかは分からない。」という考察をまとめ、「他のグループの結果から、日光が当たるとでんぷんができることが分かった。自分たちのグループでは、日光を当てなかった時もヨウ素溶液が変化してしまったが、何らかの理由で葉に日光が当たってしまったのではないか。」と失敗の原因まで考えられていた。

| 時間 | 主な学習活動 | 主な発問 (○) と指示 (△) | 指導上の留意点 (・) と評価 (◇) |
|--------------------------------------|---|---|---|
| 20分 | <ul style="list-style-type: none"> ・5年生の復習をする。(成長の条件(日光)、種子の中でんぷんは発芽に使われること) ・植物はどうやって養分を得ているのか予想する。 ・予想を班で伝え合う。 ・1名、全体で発表する。 | ○種子の中でんぷんは、何に使われますか。(発芽、初めの成長) ○日光を当てないとどうなりましたか。 △予想をノートに書きましょう。 | <ul style="list-style-type: none"> ・根から得ていると考える児童もいるだろう。根からは不十分であることを補足説明する。 ◇5年生の学習をもとに、植物がどうやって養分を得ているか予想できる。(ノート) |
| 植物は、葉に日光が当たることで、自分で養分を作ることができるのだろうか。 | | | |
| 30分 | <ul style="list-style-type: none"> ・実験の方法を確認する。 ・実験をする。 | | <ul style="list-style-type: none"> ・夕方から次の日の朝までにでんぷんが使われていることを全体で確かめる(演示)。 |
| 10分 | <ul style="list-style-type: none"> ・結果をノート(プリント)にまとめる。 | △結果をノートにまとめましょう。 | |
| 20分 | <ul style="list-style-type: none"> ・各班で考察を行う。 ・各班の考察を発表する。 | ○結果からどのようなことがわかりますか。班で話し合います。(番号カードを引いてあてる) △どのような考察になったか発表しましょう。 「1班では、このような結果になりました(図を示す)。～中略～このことから植物は日光が当たると葉で養分(でんぷん)を作ることがわかります。」 | <ul style="list-style-type: none"> ◇結果をもとに、日光が当たった葉にはでんぷんができること、光が当たることのでんぷんができたことを見いだしている。(ノート) ・番号カード(くじ)を引くことで誰でも答えられるようにする。 |
| 5分 | <ul style="list-style-type: none"> ・振り返りをする。 | プリントに振り返りを書きましょう。 | |

図3 「植物の養分」に関する授業の展開例

b 授業の改善点

一人で考える時間を確保することで、グループ内の意見交換が活発になった。また、発表するのが誰になるか、直前まで分からないことで、児童がグループの他のメンバーの考えもしっかり聞くようになった。児童が集中して考察を行うことで、学習のねらいまで教員が知識として教えるのではなく、児童が見いだしたものを整理することから到達できる、よい流れができた。



図4 実験結果と考察を発表する様子

エ 実践事例④「金属を変化させる水溶液」の実験(9月)

(7) 探究の過程における重点 「仮説の設定」

今回の実験は、前時に行った塩酸が金属を溶かす実験を終えた上に、「塩酸以外にも金属を変化させる水溶液があること」を児童が見いだす実験である。今回の授業の展開を示したのが図6である。前述の「アクティブ・ラーニングシート」を用いて授業づくりを行った。図6に示す☆印が、対話的な学びを取り入れた学習過程を示す。まず仮説を考える際に、金属を変化させる水溶液をあらかじめ6種類の中から3種類を選



図5 グループにおける話合いの様子

ばせて、主体的に調べる姿勢を引き出そうとした。今回使用する水溶液については、リトマス紙等を用いて酸性、中性、アルカリ性の仲間分けをすることで、すでに学んでいるものが多かった。

実験結果をタブレットPCで児童が撮影し、教員の使用する親機に送信することで、電子黒板を通じて素早く他のグループが行っている実験結果も共有することができ、考察を深く行える環境を整えた。

(イ) 授業の様子と考察

a 思考の深まり

考察をさせる際、どうしてそう言えるのかということ問い直し、結果から分かることだけをまとめるように伝えた。すると、初めは教科書に記述されていることを見て考察をまとめた児童も、結果を見て推論するようになった。例えば、塩酸の他にも金属を変化させる水溶液があるかどうか調べた実験で、水酸化ナトリウム水溶液と石灰水はアルミニウムを変化させた。それを踏まえてアルカリ性のものはアルミニウムを変化させると考察していた。実験結果から、自分たちで水溶液について推論することができていた。

b 授業の改善点

実践事例③のように、教員が知識を教えるという学びでなく、児童の気付きを生かして単元のねらいを達成することができるようになってきた。実験の教材については、「金属を変化させる水溶液」の実験において教科書に載っているものだけでなく、すでに「水溶液の仲間分け」で酸性かアルカリ性か実験を通して学んでいる、炭酸水、石灰水も選択肢に入れて、児童が思考できる場面を設定した。

オ 実践事例⑤「月の形と見え方」の実験（10月）

(7) 探究の過程における重点 「観察・実験の実施」と「考察」

実験を行う1週間前から、夜空の月の観察を毎晩行うように伝えていた。「月の形が日によって違うのはどうしてだろう」という気付きから、「月の明るく照らされている部分の見え方が、日によって違うのではないか」という仮説までは教員の発問からクラス全体で考えさせた。太陽の光が当たった部分の月は光っていることを、光源を用いた教員の演示によって確認させ、時間の短縮を図った。続く児童による実験に重点を置いているためである。半球部分が黄色になっているボールをグループに一つずつ配布し、月が地球の周囲を回っていることから、地球の位置にいる児童と、月として地球の周りを動く児童に分かれ、ボールを月に見立てていろいろな位置に置き、月の見る向きを変えると光の当たった部分がどのように見えるかを調べることで、月の位

| アクティブ・ラーニングシート理科（児童による観察・実験を取り入れた授業） | | |
|--|--------|---|
| 9月 | 29日（木） | 3・4時間目 クラス：6-2 |
| 目標 ・水溶液や器具を安全に正しく使って、水溶液と金属との反応を計画的に調べることができる。（技能） ・水溶液には、金属を変化させるものがあることを理解する。（知識・理解） | | |
| 評価 技能（行動観察） 知識・理解（ノート、テスト） | | 目標達成のつらさが 強酸生や強アルカリ性の洗剤は金属に使用禁止と書いている。 酸性雨が金属をとがすことがある。 |
| 準備物 鉄（スチールウール）、アルミニウム（アルミホイル）、薄い水酸化ナトリウム水溶液、食塩水、炭酸水、石灰水、試験管、試験管立て、ビベット、安全メガネ、トレイ | | 意見交換、議論を深めたいところ |
| 疑問 塩酸の他にも、金属を変化させる水よう液はあるのだろうか。 | | ・個人 ・ペア ・3人 ・4人 |
| 予想 （仮説の設定・計画立案） 水酸化ナトリウム水溶液、食塩水、石灰水、炭酸水など | | ・個人 ・ペア ・3人 ・4人 |
| 実験 ※方法のみならず、対話的学びにするための取組を記入 鉄とアルミニウムを試験管に入れる。 各水よう液を金属の入った試験管に加える。 結果（試験管）をタブレットで撮影し、親機に送信する。 | | ・個人 ・ペア ・3人 ・4人 |
| 結果 水酸化ナトリウム水よう液は鉄、アルミニウムともにあわを出してとけた。 それ以外の水よう液はすぐに変化はない。 | | ☆☆☆ |
| 考察 水酸化ナトリウム水よう液は鉄、アルミニウムともに変化させる。 それ以外の水よう液はすぐに金属を変化させない。 | | ・個人 ・ペア ・3人 ・4人 |
| 振り返り ※わかったこと、知りたいこと、心に残ったこと 発展的な内容や、次時へのつながりを意識した内容について記入 | | ☆ |

図6 「金属を変化させる水溶液」に関する授業の展開例

置や形と太陽の位置の関係を予想させた。

(イ) 授業の様子と考察

a 思考の深まり

月の見え方が変化することをとらえさせるに当たり、グループごとに実験を行ったことは、対話的学びによって一人一人が正確に月の形をとらえることにつながった。グループ毎に地球と月の距離を考え、もっと広く回るか、少し小さい円の軌道でも大丈夫か等思考しながら実験を行っていた。

b 授業の改善点

体育館で実験を行った学級は場所が違ふことで注意力散漫になってしまい、一方、理科室で実験を行ったクラスは、場所が狭いため実験が行いにくい状況であった。地球の役目を担う児童から見える月を各グループに配布のタブレットPCに画像を記録していけば、もっとスムーズに理解を深められたと、今後の改善点とした。1週間前から夜空の月の観測を宿題としていたため、本物に触れることは児童の学習意欲向上に繋がっていたと考える。

カ 実践事例⑥「地層のでき方」の実験（11月）

(7) 探究の過程における重点 「仮説の設定」

第5学年では流水の働きについて学んでいる。その際、川の上流では大きかった石が、水に流されることで小さくなり、丸くなっていくこと、また、浸食、運搬、堆積といった川の流れの働きについても学習している。今回の実験では、「どのようにして地層ができたのだろうか。」という問題を見だししてから第5学年で学習したことを児童たちが振り返り、川の流れによって地層ができたのではないかと仮説を考えられるまでの場面を重視した。まず一人で考えた後、グループ4人で意見を交換し合った。実験は図8に示す装置を組み立てさせ、れき、砂、泥が混ざった土を“とい”にのせて、水で少しずつ受け皿に流し込んだ。また、れき、砂、泥が混ざった土をペットボトルに3分の1程度入れ、水を8分目程度に入れてふたをしたものをよく振り混ぜ、静かに置いて観察した。仮説の設定に重点を置いて実験を行う分、結果や考察を発表させる時間の短縮を図るため、タブレットPCで撮影した記録に文字を追加することで、他のグループに分かりやすく提示できる資料を作成させた（図9、図10）。

(イ) 授業の様子と考察

a 思考の深まり

授業の導入の際、なかなか地面が隆起することが分かりづらいようだった。ヒマラヤ山脈には



図7 教員による演示の場面



図8 堆積実験の装置



図9 タブレットPCを用いた発表資料作成

アンモナイトの化石があることを教員が伝えることで、児童たちは、流水の働きによって海に運ばれた土が堆積し、地層になったのではないかとこの考えを対話することで導き出していた。れき、砂、泥が粒の重さの違いで分かれるのではないかと、という仮説を立てたり、修学旅行先で見た引き潮をイメージして、波のある場所とない場所ができることが原因となるのではないかとこの仮説を立てたりする者もいた。実験を2種類行うことから設定した仮説を検証したが、児童たちはいずれも実験も手際よく行い、タブレットPCで撮影した画像に文字を入れてグループ内で考察を行っていた。



図10 児童の発表資料

b 授業の改善点

前時に、地層はれき、砂、どろなどがそれぞれ層になって重なったものであることを学習している。映像を用いてできるだけスムーズに復習を行い、本時の内容について考えやすくなるように工夫した。また、れきの形を映し出し、第5学年における流水の働きの学びを思い起こさせ、どのようにして地層ができたか考えさせた。堆積実験の装置は教科書を参考にし、手に入れやすいもので工夫した。“とい”から土を流し込んでいく板は少しざらつきのあるものにするこ



図11 授業の導入の様子

(3) 授業実践を通して

授業実践を行うことで、児童に次のような変容があった。

●ノートに記入する考察の量が増え、内容に深まりがある。

初めは結果をもう一度書いてしまったり、教科書の考察を引用して書いたりしていた。しかし、学習を積み重ねていくうちに、得られた実験結果をありのままに見て考えればよいことを理解し、深い考察が書けるようになった。例えば「金属を変化させる水溶液」では、塩酸以外にも金属を変化させる水溶液があるかどうかについて実験を行ったが、「アルミニウムは、アルカリ性や酸性の水よう液に溶けやすいということが分かった。酢を入れるとフライパンは溶けるだろうか。」「今回はスチールウールやアルミホイルでやわらかい金属だったが、お金のような固い金属だとどうなるのだろうか。」等、実験結果から次の疑問やもっと知りたいと思つたことが増えるようになってきた。また、実験が思ったようにいかなかった場合も、どうして仮説通りにならなかったのかを考えて書けるようになった。

●学習意欲の高まりが見られる。

1学期はあまり学習に前向きではなかった児童が、水溶液の性質を調べるためにしょうゆや酢などの身の回りの水溶液を持ってきた。また、若草山の地層の写真を撮ってくる等、身の回りの自然や事象から問題を見いだそうとする児童の学習意欲の高まりが見られる機会が増えた

ことから、理科の勉強と身の回りの生活を結び付けて考えられていると感じた。理科の授業が終わった後も、教室で理科のことを話題にする児童が増えた。2学期になると理科のテストの点数が全体的に上がってきた。

単元計画において、どの観察・実験を行うことで学びが深まるかを考え、探究の過程における重点を置く学習過程を考えて授業づくりを行い実践したことで、児童の科学的な見方や考え方を働かせて考える場面が充実し、深い学びが実現したのではないかと考えている。特に、一人一人が十分に考える時間を確保することが大切であると感じた。児童がじっくり考えているときは予想以上に考察をする時間が必要な場合があったが、きちんと時間を確保すれば、一人一人の考えが深まり、次にグループで交流する場合も自分の考えと比べて交流することができた。実践を続けるうちに、教員が知識を教え込む場面よりも、児童が見いだしたものを互いに確認し合い、知識につなげるスムーズな展開ができるようになったと考える。また、児童の調べたいという気持ちから授業に入ることのできるよう導入を工夫した点が、児童の主体的な学びに効果的であった。

3 成果と課題

(1) 質問紙調査の結果から

児童の深い学びの変容を見取るために、第6学年80名を対象に5月行った第1回目の質問紙調査の質問34項目について、因子分析を行った。1回目の因子分析においての固有値の減退状況から7因子構造と考えるのが妥当であると判断し、分析を進めた。また、すべての質問項目が正の相関をもつと考えられることから、主因子法のプロマックス回転を採用した。その際、質問14、25により構成される因子は、他のいずれの因子とも高い相関が見られず、 α 係数も基準値(.500)よりも低いことから独立した因子と判断し、この2項目を除外した。残った32項目から表2に示

表2 児童の理科の学習に関する意識調査の因子分析結果（プロマックス回転後因子パターン）

| | 因子 | | | | | | α 係数 | 因子名 |
|-------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------|------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | | |
| 08創造的に考えることは大切である。 | .835 | -.100 | -.074 | -.024 | -.098 | .112 | 0.880 | 理科の 大切さ |
| 06わからないときには、納得がいくまで考える。 | .762 | -.097 | -.096 | -.077 | -.138 | .250 | | |
| 20理科の授業は、ICT機器を使って視覚的に学びたい。 | .735 | .162 | -.149 | .093 | .215 | -.433 | | |
| 18理科の授業で、他人に説明すると、自分の理解が進む。 | .604 | .112 | .229 | .034 | .034 | -.147 | | |
| 02先生の説明を理解できるようになりたい。 | .564 | -.033 | .174 | -.041 | -.051 | .120 | | |
| 33理科は、科学・技術や経済・社会の発展に貢献している。 | .560 | .064 | .008 | -.047 | .155 | .157 | | |
| 34理科の、実世界での使われ方を理解することは、大切である。 | .488 | -.148 | .017 | .102 | .365 | .079 | | |
| 10理科は、むずかしい問題ほどやりがいがある。 | .370 | -.112 | .361 | .037 | -.266 | .215 | | |
| 15理科の授業で、自分の予想をもとに観察や実験の計画を立てている。 | .311 | .058 | .178 | .144 | .035 | -.110 | | |
| 16理科の授業が好きだ。 | -.020 | .838 | -.097 | .081 | .031 | .119 | | |
| 22今、理科は得意な方だ。 | .026 | .743 | .012 | .026 | -.017 | -.016 | | |
| 13小学5年生のとき理科が好きだった。 | -.169 | .716 | -.268 | .115 | .007 | .036 | | |
| 21理科の授業の内容はよく分かる。 | -.105 | .670 | .576 | -.125 | .004 | -.130 | | |
| 11理科の時間に、先生にほめられるとうれしい。 | .195 | .457 | .241 | -.056 | -.143 | .257 | | |
| 19理科は、日常生活に役に立つ。 | -.047 | .347 | .021 | .004 | .294 | .314 | 0.732 | 深い学び |
| 01解いた結果が、いつでも成り立つかどうかを考えることは、大切である。 | -.156 | -.034 | .688 | -.031 | .208 | .037 | | |
| 28新しい知識を身に付けたい。 | -.046 | -.038 | .551 | .395 | -.296 | -.047 | | |
| 30順序立てて考えることは、大切である。 | .302 | .053 | .525 | -.204 | .108 | -.053 | | |
| 24問題の答えの見当を付けることは、大切である。 | .186 | -.036 | .447 | .094 | .215 | -.009 | 0.766 | 理科の 有用性 |
| 09理科の授業で、分からなかったことが分かったときうれしい。 | .082 | -.210 | .425 | .020 | .161 | .139 | | |
| 17理科は、観察や実験が好きだ。 | -.174 | .150 | -.086 | .735 | .143 | .052 | | |
| 03理科は、将来自分がおとなになったとき、役に立つ。 | .123 | .034 | -.113 | .693 | -.004 | -.025 | 0.734 | 対話的な 学び |
| 27理科を勉強していると楽しい。 | -.089 | .545 | -.029 | .575 | -.106 | -.046 | | |
| 12条件を整理して、式を使ってあらわすことは重要である。 | .181 | -.260 | .361 | .498 | .077 | -.055 | | |
| 26小学校5年生までの理科より、今の理科の方が好きだ。 | -.043 | .125 | .315 | .416 | -.101 | .154 | | |
| 32理科の授業は、友達と相談しながら学びたい。 | -.069 | -.137 | .263 | .132 | .870 | -.031 | 0.753 | 知識・理解 |
| 29理科は、ペアで勉強するのが好きだ。 | -.019 | .066 | -.040 | -.062 | .517 | .028 | | |
| 23理科は、グループで勉強するのが好きだ。 | .036 | .130 | .021 | .023 | .464 | .305 | | |
| 31理科のテストでよい成績をとるとうれしい。 | .022 | .145 | .425 | -.179 | .428 | .044 | 0.753 | 知識・理解 |
| 04解き方や公式の意味を理解することは大切である。 | .422 | -.062 | -.086 | -.015 | .049 | .629 | | |
| 07理科の問題が解けるとうれしい。 | .057 | .169 | .107 | -.099 | .019 | .570 | | |
| 05理科のテストをうけることは、自分の成長に役立つ。 | -.019 | -.018 | .039 | .391 | .100 | .531 | | |

す6因子構造が得られた。因子間相関は表3に示す。第一因子は「理科の大切さ」、第二因子は「理科への好印象」、第三因子は「深い学び」、第四因子は「理科の有用性」、第五因子は「対話的な学び」、第六因子は「知識・理解」と命名した。「次の学習や日常生活などにおける問題発見・解決の場

表3 因子間相関表（第1回質問紙調査）

| | 第一因子 | 第二因子 | 第三因子 | 第四因子 | 第五因子 | 第六因子 |
|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 第一因子 | 1 | .519** | .666** | .377** | .597** | .581** |
| 第二因子 | .519** | 1 | .459** | .569** | .479** | .454** |
| 第三因子 | .666** | .459** | 1 | .436** | .478** | .581** |
| 第四因子 | .377** | .569** | .436** | 1 | .314** | .290* |
| 第五因子 | .597** | .479** | .478** | .314** | 1 | .493** |
| 第六因子 | .581** | .454** | .581** | .290* | .493** | 1.000 |

**の付く相関係数は 1%、*の付く相関係数は 5% 水準で有意（両側）であることを示している。

面において、獲得した資質・能力に支えられた『見方・考え方』を働かせることによって『深い学び』につながっていく」と中教審答申に示される内容に、第三因子が合っていると考えた。

第2回目の質問紙調査については、授業改善の一助として各質問項目の平均値に着目した。特に「20 理科の授業は、ICT機器を使って視覚的に学びたい。」「23 理科は、グループで勉強するのが好きだ。」「24 問題の答の見当を付けることは、大切である。」の平均値が第1回目の調査に比べて上がっている点に注目し、ICTを引き続き活用すること、学習のねらいに達成できるように対話的学びを効果的に取り入れること探究の過程における重点を明確にすることに取り組んだ。

第3回の質問紙調査を、表3で示す第1回質問紙調査の因子で分析した因子間相関の結果を表4に示す。表1の因子間相関と比べると、第一因子と第五

表4 因子間相関表（第3回質問紙調査）

| | 第一因子 | 第二因子 | 第三因子 | 第四因子 | 第五因子 | 第六因子 |
|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 第一因子 | 1 | .667** | .855** | .739** | .579** | .776** |
| 第二因子 | .667** | 1 | .660** | .704** | .515** | .633** |
| 第三因子 | .855** | .660** | 1 | .711** | .547** | .775** |
| 第四因子 | .739** | .704** | .711** | 1 | .513** | .643** |
| 第五因子 | .579** | .515** | .547** | .513** | 1 | .483** |
| 第六因子 | .776** | .633** | .775** | .643** | .483** | 1.000 |

**の付く相関係数は 1%、*の付く相関係数は 5% 水準で有意（両側）であることを示している。

因子間相関と比べると、第一因子と第五因子、第五因子と第六因子の間の相関以外、すべての因子間相関の値が上がっており、1%で水準で有意な相関が見られた。この研究では、

「単元を見通して、探究の過程における重点を置く学習過程を明確にして観察・実験を行うことで、児童の深い学びにつなげることができる」との仮説を立てた。「深い学び」を示す因子として命名した第三因子と、第一因子、第四、第六因子には強い相関が見られたこと、第三因子と第二、第五因子には比較的強い相関が見られたことから、今回の実践が「深い学び」に有効に働いた結果であると考えられる。

また、第1回と第3回の質問紙調査結果を比較し、有意差が現れた項目をまとめたものが表5である。対話的学びにつながる「23 理科は、グループで勉強するのが好きだ。」が有意に高いことや、深い学びにつながる「24 問題の答の見当を付けることは、大切である。」が有意に高かったことから、仮説が成り立っていることを示していると考えられる。また、「21 理科の授業はよく分かる」、「27 理科の勉強をしていると楽しい。」も有意に高かったことが、児童の学びが

深まったことによる学習効果の現れであると考える。

表5 第1回と第3回の質問紙調査の結果比較

| | 質問項目 | 第1回 平均値 | | 第3回 平均値 | 有意確率 (両側)P値 | t 値 | N |
|----|---------------------------|------------|---|------------|----------------|--------|----|
| 10 | 理科は、むずかしい問題ほどやりがいがある。 | 3.41 | > | 3.22 | *.047 | 2.021 | 72 |
| 20 | 理科の授業は、ICT機器を使って視覚的に学びたい。 | 3.27 | < | 3.58 | *.012 | -2.586 | 72 |
| 21 | 理科の授業の内容はよく分かる。 | 3.46 | < | 3.68 | *.017 | -2.439 | 71 |
| 23 | 理科は、グループで勉強するのが好きだ。 | 3.48 | < | 3.72 | *.009 | -2.705 | 70 |
| 24 | 問題の答の見当を付けることは、大切である。 | 3.48 | < | 3.67 | *.015 | -2.485 | 72 |
| 27 | 理科を勉強していると楽しい。 | 3.44 | < | 3.63 | *.047 | -2.025 | 71 |

(*P<.05, **P<.01)

(2) 振り返りカードの結果から

授業実践の際に児童に記入させた振り返りカードは、毎回同じものを使用した。「今日の学習で学んだことを書きましょう。」「今日の学習で、疑問に感じたことや、もっと知りたいと思ったことがあれば書きましょう。」「今日の学習の先生や友達との会話の中で、心に残ったことがあれば書きましょう。」の3項目について5分程度で記入させた。

「今日の学習で学んだことを書きましょう。」は、実験を行った当日の学びが理解しているかどうかを見定める一つの指標となると考えた。実践事例①には、大半の児童が「だ液はでんぷんを分解するということ」または「だ液による食べ物の変化」と記入していた。教員の言葉をそのままに記入する児童が多かった。しかし、実践を重ねていくうちに表現が個々に変わっていき、各自で思考を深めている様子がうかがえた。実践事例⑥では、「大きい石、小さい石、砂、どろという順番につもっていくことが分かった。」「土は重いものからしずみ、それがくり返されることによって、地層ができる。」「地層は、れき、砂、どろの重いものから積み重なりそのくり返しでできていることが分かった。」等、同じ内容を記入するにも様々に表現している。

「今日の学習で、疑問に感じたことや、もっと知りたいと思ったことがあれば書きましょう。」「今日の学習の先生や友達との会話の中で、心に残ったことがあれば書きましょう。」の二つの項目の記入が充実することは、深い学びにつながると考えている。こちらについても、始めには「特になし」と記入した児童が多かったのが、実践を重ねるうちに「ない」という記入がなくなっていた。実践事例③では、「葉をゆでずにヨウ素液をつけるとどうなるのか疑問に思った。」「1時間の中で、45分日光に当てなくて、15分日光にあてるとどうなるか。」という疑問や、「どうやって体の内部まで養分を届けているのか知りたい。」「でんぷんはヨウ素液をつけるとなぜ色が変わるか知りたい。」等、様々な知りたい内容を記入するようになっていた。心に残ったこととして実践事例④では、「Aさんの『アルカリ性はアルミニウムをとかして酸性は鉄をとかすのか!』っていうのが『あっ、たしかに!』って思いました。」「Bさんの『アルカリ性は・・・』の言葉で、もっと詳しく考察に書けた。」等の記入があり、互いの発言をもとに学びを深めている様子が見られた。

(3) 成果

今回の研究を通して、単元を見通して、探究の過程における重点を置く学習過程を明確にして観察・実験を行うことで、児童の深い学びにつなげることができると確認されたと考える。理科は観察・実験によって本物に触れさせることが大切である。探究の過程を充実させること

が深い学びにつながり、問題解決能力が育成されると考える。探究の過程において重点を置く学習過程を明確にした授業づくりを行うこと、対話的な学びや、主体的な学びをどのように充実させるかについて取り組むことで、アクティブ・ラーニングの視点からの授業改善ができ、児童たちが主体的に考えて実験を行うことで、単元のねらいにスムーズに到達し、理解を深めることができたと考えられる。本研究ではアクティブ・ラーニングシートを作成して授業づくりを行ったが、日常生活とのつながりを記入する欄や、対話の場面はどのようにしてもつかを明確にできるようにした欄をもうけ、この視点は忘れずに授業展開していきたいと自ら工夫した点が、授業づくりに大いに役立った。

また、授業実践においては、児童が行う観察・実験は、児童の学びが単元のねらいに到達するために、どのような教材・教具をどのように活用するのが効果的であるかという点についても検討し、用いる薬品、測定方法や記録にICTを活用する等工夫した点もあったが、基本的には教科書に掲載されている実験を行い、基礎に忠実に、学校に置いてある器具を用いて実験を行うことが多かった。子どもたちは学習過程において、自分のノートに仮説を立て、実験の結果を記入したり、深みのある考察した内容を書いたりできるようになっていた。児童による観察・実験を積み重ねるうちに、児童たちが器具を取りにいたりする実験準備もスムーズに行われた。ICT活用としてタブレットPCを積極的に用いたことは、児童の発表する機会や時間を増やし、児童がクラス全体の実験データを容易に知ることができる点や、教員からの提示を児童が理解しやすいものにする点として、非常に有効であった。

2学期の理科の授業が終了する際に集めた授業の感想には、次のようなものがあった。

●グループのみんなと一緒に実験をやってすごくよかったです。実験のときは、一人ではなく、グループのみんなと協力しててきばきと行動することができて、話合いのときは、友達の意見を取り入れて、分かったことを考察に書いたり、友達の意見などを聞いたりして新しいことを身に付けることができました。

●成功したら、みんなでうれしいし、失敗したら、なぜ失敗したのか考えるときに、案が出やすくてよい。自分たちで実験をした方が、「このときこうしたな」など、記憶に残りやすくて覚えられる。自分では思いつかないようないろいろな予想が出てきておもしろい。

授業実践が重ねられる程に、児童の授業に臨む様子が主体的になっていたのは事実である。教員の授業づくりが、児童の深い学びに大きく関わることを改めて認識した。

(4) 今後の課題

アクティブ・ラーニングの視点からの授業づくりは、型にはめて取り組むものではないと考える。理科においては学年によって重点的に付けたい力が明確化されており、学年によって内容を少し変える等、工夫することで、更に授業づくりに役立つものになると考える。今後はアクティブ・ラーニングシートの内容を更新するなどして、授業づくりを常に見直し、児童の学びが深まるように取り組んでいきたい。

(注) 指導案とはスタイルの違う、探究の過程における重点を意識したアクティブ・ラーニングの視点からの授業づくりを計画できるものとして本研究において作成したシート。

参考・引用文献

(1) 中央教育審議会 (2016) 「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導

要領等の改善及び必要な方策等について（答申）（中教審第197号）」

- (2) 文部科学省（平成20年）小学校学習指導要領
- (3) 文部科学省（平成20年）小学校学習指導要領解説理科編
- (4) 寺本貴啓・後藤顕一・藤江康彦編著（2016）『“ダメ事例”から授業が変わる！小学校のアクティブ・ラーニング入門』文溪堂
- (5) 国立教育政策研究所教育課程研究センター（2015）「平成27年度全国学力・学習状況調査」
- (6) 国立教育政策研究所（2016）I E A国際数学・理科教育動向調査（TIMSS2015）
- (7) 国立教育政策研究所（2016）OECD生徒の学習到達度調査（PISA2015）